

洗面所における微生物汚染調査

鈴木 崇^{*1} 白石 敦^{*1} 宇野敏彦^{*1} 江口秀一郎^{*2} 勝海 修^{*3} 望月清文^{*4}
井上 康^{*5} 岡宮史武^{*6} 宮田和典^{*7} 大橋裕一^{*1}

^{*1} 愛媛大学医学部眼科学教室 ^{*2} 江口眼科病院 ^{*3} 西葛西・井上眼科クリニック ^{*4} 岐阜大学医学部眼科学教室

^{*5} 井上眼科 ^{*6} 岡宮眼科 ^{*7} 宮田眼科病院

Microbial Contamination in Sink

Takashi Suzuki¹⁾, Atsushi Shiraishi¹⁾, Toshihiko Uno¹⁾, Shuichiro Eguchi²⁾, Osamu Katsumi³⁾, Kiyofumi Mochizuki⁴⁾, Yasushi Inoue⁵⁾, Fumitake Okamiya⁶⁾, Kazunori Miyata⁷⁾ and Yuichi Ohashi¹⁾

¹⁾ Department of Ophthalmology, School of Medicine Ehime University, ²⁾ Eguchi Eye Hospital, ³⁾ Nishikasai Inouye Eye Clinic,

⁴⁾ Department of Ophthalmology, School of Medicine Gifu University, ⁵⁾ Inoue Eye Clinic, ⁶⁾ Okamiya Eye Clinic,

⁷⁾ Miyata Eye Hospital

コンタクトレンズ関連角膜感染症の発症には、レンズケアあるいは保管の舞台である洗面所の微生物汚染が関与している可能性がある。そこで今回、全国6カ所（北海道、東京、岐阜、岡山、愛媛、宮崎）、計60家庭における夏季と冬季の洗面所の汚染状況を検討した。夏季と冬季の細菌の検出率は、それぞれ83.3%、93.3%と冬季に高い傾向を示した。真菌のうち、糸状菌については夏季、冬季ともに100%近く検出されたが、酵母状真菌については夏季（18.3%）よりも冬季（38.3%）に多く検出された。アカントアメーバの検出率は夏季3.3%、冬季6.6%とほぼ一定であった。検出菌種では、*Sphingomonas paucimobilis*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Pseudomonas fluorescens*などのグラム陰性桿菌や *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. が年間を通じて多く、コアグラセ陰性ブドウ球菌、*Klebsiella* sp., *Fusarium* sp. などに季節変動がみられた。わが国の洗面所の微生物汚染状況はほぼ一定ではあるが、気候や季節によって一部の菌種が変動している可能性が示唆される。

Contact lens-related infectious keratitis is associated with microbial contamination of the lens, or with lens storage in the sink. This study investigated microbial contamination of the sinks in 60 homes in 6 different areas (Hokkaido, Tokyo, Gifu, Okayama, Ehime and Miyazaki) in summer and winter. Bacteria were detected in 83.3% or 93.3% of all homes in summer and winter, respectively; fungi were detected in 98.3% of all homes in summer and winter. Furthermore, *Acanthamoeba* was detected in 3.3% and 6.6% of all homes in summer and winter, respectively. Although gram-negative rod such as *Sphingomonas paucimobilis*, *Flavimonas oryzihabitans*, and *Pseudomonas fluorescens* and filamentous fungi such as *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. were predominant through the year, coagulase-negative staphylococci and *Fusarium* sp. were often detected in summer and *Klebsiella* sp. was often detected in winter. Microbial contamination of sinks appears to be influenced by climate or season.

[Atarashii Ganka (Journal of the Eye) 26(10) : 1387~1391, 2009]

Key words : コンタクトレンズ、角膜感染症、レンズケア、洗面所、細菌、真菌、アカントアメーバ、contact lens, infectious keratitis, lens care, sink, bacteria, fungi, *Acanthamoeba*.

はじめに

細菌や真菌による角膜感染症は、日常診療において比較的良好に遭遇する疾患で、ときに角膜穿孔や角膜混濁をひき起こして高度視力低下をもたらす場合もある点で、術後眼内炎と

ともに大きな臨床的課題となっている。発症メカニズムを考えるうえにおいて、原因病原体が角膜に接着、侵入する契機は重要であるが、先に行われた角膜感染症全国サーベイランスでは、角膜感染症（ウイルスを除く）の発症誘因として、

〔別刷請求先〕 鈴木 崇 : 〒791-0295 愛媛県東温市志津川 愛媛大学医学部眼科学教室

Reprint requests : Takashi Suzuki, M.D., Department of Ophthalmology, Ehime University School of Medicine, Shitsukawa, Toon-shi, Ehime 791-0295, JAPAN

コンタクトレンズ (CL) 装用が大きくクローズアップされている¹⁾。CL 装用に伴って生じる角膜感染症、すなわち CL 関連角膜感染症は、CL 装用に伴う角膜上皮障害や局所免疫の低下などの宿主側の要因に、CL 自体の微生物汚染が加わって発症すると考えられる²⁾。CL への微生物汚染のメカニズムとしては、第一に、CL が結膜嚢内でブドウ球菌などの外眼部常在菌に汚染される経路、第二に、CL が眼外、すなわちレンズケースにおいて環境菌に汚染される経路とが考えられる²⁾。特に、後者の汚染ルートにおいては、レンズケアが不十分な場合、multipurpose solution (MPS) の消毒効果では間に合わないため、繁殖した環境微生物が容易に CL を汚染するものと思われる。

さて、ほとんどの CL 装用者は、CL 装用、CL ケア、CL の管理を洗面所で行っていることから、洗面所に存在する微生物が CL やレンズケースを汚染する可能性は非常に高いと考えられるが、わが国の住環境下での洗面所にどのような微生物が存在するのかはこれまでほとんど明らかにされていない。そこで、今回、気候・風土の異なる 6 地点を全国から選抜し、家庭の洗面所にどのような微生物が存在するのか、また、微生物検出状況に季節変動は認められるのかについて検討した。

I 方 法

北海道・東京・岐阜・岡山・愛媛・宮崎の各地点において、それぞれ 10 家庭 (計 60 家庭) の洗面所を対象に、細菌、真菌、アカントアメーバによる汚染状況を調査した。細菌とアカントアメーバについては、直径 3 cm の滅菌広口瓶に滅菌蒸留水を入れ、蓋を開けたまま 1 週間洗面所に静置することで、多くの部位 (空気中、蛇口からの水道水、手指・口内からの分泌物など) からの汚染の検出を試みた。真菌については、ポテトデキストロース培地を上に向け、蓋を開けた状態で 1 日間洗面所に静置した。その後、両サンプルを回収し、細菌・真菌・アカントアメーバの培養・同定を財団法人 阪大微生物病研究会に依頼した。調査は夏季 7 月と冬季 12 月の 2 回行った。また、調査時期の各地における気温と湿度も調べた。

II 結 果

1. 微生物検出率

細菌、真菌、アカントアメーバの夏季・冬季の検出率を表 1 に示す。細菌の検出率は、夏季で 83.3%、冬季で 93.3% と冬季で高かった。また、糸状菌が夏季・冬季ともに 98.3% と、ほぼすべての家庭で年間を通じて検出されたのに対し、酵母状真菌は、夏季で 18.3%、冬季で 38.3% と冬季で検出率が上昇した。アカントアメーバの検出率は、夏季 3.3%、冬季 6.6% とほぼ一定であった。なお、北海道と東京におけ

表 1 地域別微生物検出率
— 1 地域 10 家庭中、微生物が検出された家庭数を示す —

		北海道	東京	岐阜	岡山	愛媛	宮崎	計
細菌	夏季	8	6	10	9	10	10	53 (83.3%)
	冬季	9	7	10	10	10	10	56 (93.3%)
酵母状真菌	夏季	4	2	0	2	1	2	11 (18.3%)
	冬季	3	3	4	3	6	4	23 (38.3%)
糸状菌	夏季	10	10	10	10	10	9	59 (98.3%)
	冬季	9	10	10	10	10	10	59 (98.3%)
アカントアメーバ	夏季	0	0	1	0	0	1	2 (3.3%)
	冬季	0	0	0	1	2	1	4 (6.7%)

る細菌検出率が、夏季・冬季ともに他の地域よりも低い傾向を示した。

2. 検出菌種

夏季、冬季における上位検出菌種 (細菌、真菌) と検出株数を表 2、3 に示す。細菌においては、夏季・冬季ともに、*Sphingomonas paucimobilis*, *Flavimonas oryzae*, *Pseudomonas fluorescens* などのグラム陰性桿菌が 6~7 割を占め、coagulase-negative staphylococci (CNS) や *Micrococcus* sp. などのグラム陽性球菌、*Bacillus* sp. や *Corynebacterium* sp. などのグラム陽性桿菌はそれぞれ 1~2 割程度であった。CL 関連角膜炎感染症の原因菌として知られる *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* も検出されたが、検出菌の上位にはランクされなかった。

季節変動がみられたものとしては、CNS (夏季 > 冬季) や *Staphylococcus aureus* (夏季 > 冬季), *Pseudomonas fluorescens* (夏季 < 冬季), *Klebsiella* sp. (夏季 < 冬季), *Serratia marcescens* (夏季 < 冬季), *Streptococcus* sp. (夏季 < 冬季) などがあげられる。

真菌では、同定ができないものも含めて糸状菌が多数を占め、*Penicillium* sp. と *Aspergillus* sp. が検出菌上位であった。夏季では、*Acremonium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. が上位で検出されるなど、バリエーションが増加している。角膜炎の原因菌となりうる *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. をピックアップし、地域別の検出数をみると、*Aspergillus* sp. は全国に広く分布し夏季にやや多いこと、*Penicillium* sp. は東北日本に多く冬季に多いこと、*Fusarium* sp. は夏季に多いことが判明した (表 4)。酵母状真菌については、冬季に増加する傾向が認められた。

3. 調査時期の各地の気温と湿度

表 5 に調査時期 1 週間の平均気温と平均湿度を示す。気温、湿度は夏季、冬季とも西高東低の傾向であった。

表 2 検出細菌の上位菌種と検出数

夏 季	株数	冬 季	株数
○ : <i>Bacillus</i> sp.	15	W * : <i>Pseudomonas fluorescens</i>	22
* : <i>Sphingomonas paucimobilis</i>	14	△ : <i>Micrococcus</i> sp.	13
S △ : Coagulase-negative staphylococci	12	* : <i>Sphingomonas paucimobilis</i>	13
△ : <i>Micrococcus</i> sp.	11	○ : <i>Bacillus</i> sp.	12
* : <i>Flavimonas oryzae</i>	9	* : <i>Flavimonas oryzae</i>	10
* : <i>Acinetobacter</i> sp.	8	W * : <i>Klebsiella oxytoca</i>	7
W * : <i>Pseudomonas fluorescens</i>	7	○ : <i>Corynebacterium</i> sp.	6
○ : <i>Corynebacterium</i> sp.	6	W * : <i>Klebsiella pneumoniae</i>	6
* : <i>Methylobacterium mesophilicum</i>	6	* : ブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌	6
* : <i>Brevundimonas vesicularis</i>	5	W * : <i>Serratia marcescens</i>	5
* : <i>Comamonas acidovorans</i>	5	* : <i>Acinetobacter</i> sp.	5
W * : <i>Klebsiella oxytoca</i>	3	* : <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	5
S * : <i>Pseudomonas alcaligenes</i>	3	W △ : <i>Streptococcus</i> sp.	5
S △ : <i>Staphylococcus aureus</i>	3	* : <i>Brevundimonas vesicularis</i>	4
* : ブドウ糖非発酵グラム陰性桿菌	3	* : <i>Acinetobacter baumannii</i>	3
S * : <i>Aureobasidium</i> sp.	2	S △ : Coagulase-negative staphylococci	3
S * : <i>Comamonas testosteroni</i>	2	* : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3
S * : <i>Enterobacter cloacae</i>	2	* : <i>Comamonas acidovorans</i>	3
* : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	* : <i>Methylobacterium mesophilicum</i>	3
W * : <i>Serratia marcescens</i>	2	* : <i>Pseudomonas putida</i>	2
		* : <i>Pseudomonas stutzeri</i>	2

* : グラム陰性桿菌, △ : グラム陽性球菌, ○ : グラム陽性桿菌.

S : 検出株数が夏季 > 冬季である菌, W : 検出株数が夏季 < 冬季である菌.

表 3 検出真菌の上位菌種と検出数

夏 季	株数	冬 季	株数
<i>Aspergillus</i> sp.	22	<i>Penicillium</i> sp.	20
<i>Penicillium</i> sp.	15	<i>Aspergillus</i> sp.	15
<i>Acremonium</i> sp.	14	酵母様真菌 (同定不能)	27
<i>Cladosporium</i> sp.	9	糸状菌 (同定不能)	91
<i>Fusarium</i> sp.	8		
<i>Absidia</i> sp.	6		
<i>Geotrichum</i> sp.	6		
<i>Alternaria</i> sp.	5		
<i>Paecilomyces</i> sp.	3		
酵母様真菌 (同定不能)	4		
糸状菌 (同定不能)	74		

表 4 角膜炎原因糸状菌の地域別検出数

		北海道	東京	岐阜	岡山	愛媛	宮崎	計
<i>Aspergillus</i> sp.	夏季	6	3	2	3	2	6	22
	冬季	1	4	2	2	4	2	15
<i>Penicillium</i> sp.	夏季	1	2	7	2	1	2	15
	冬季	4	6	3	6	0	1	20
<i>Fusarium</i> sp.	夏季	1	2	0	0	4	1	8
	冬季	0	0	0	0	0	0	0

表 5 調査日 1 週間の平均気温と平均湿度

地域	7 月		12 月	
	気温 (°C)	湿度 (%)	気温 (°C)	湿度 (%)
北海道	18.6±1.5	75.1±6.2	0.2±1.1	68.3±7.1
東京	23.8±1.2	73.9±7.6	8.9±1.2	56.0±12.0
岐阜	24.3±1.5	75.7±9.7	8.0±0.9	74.4±10.9
岡山	24.8±1.0	77.7±6.4	8.5±1.5	75.1±8.4
愛媛	24.4±1.3	86.1±4.9	11.4±2.4	72.5±9.1
宮崎	25.5±1.3	83.4±5.8	11.6±3.0	75.9±9.6

III 考 察

CL 装用者の増加に伴って, CL 関連角膜感染症の患者数も急増しており, 若年層に多発することから大きな社会的問題ともなりつつある. 先にも述べたように, こうした CL 関連角膜感染症の発症メカニズムには, レンズケースを介した微生物の CL 汚染が関与している可能性が高い. ほとんどの CL ユーザーが CL ケアを洗面所で行っていることから, わが国の住居内の洗面所にどのような微生物が存在するのかを調査することはきわめて重要である. これまでのわが国における家庭の洗面所の汚染状況についての検討は 1 報のみで³⁾,

5家庭の洗面所を含む90カ所について、黄色ブドウ球菌、緑膿菌、大腸菌、好気性細菌の汚染を拭き取り試験によって調査したものである。真菌やアカントアメーバを含む詳細な分離菌の解析、季節性や地域性も考慮した検討はなされていないが、黄色ブドウ球菌は洗面所において5家庭中1家庭で検出され、緑膿菌が検出された家庭は一つもみられなかったという。筆者らの調査では、洗面所に1週間静置した滅菌蒸留水を培養検査しているため、CLケースへの環境微生物汚染をより模擬しうるものであると考える。

今回の調査により、洗面所には細菌や真菌などの微生物が常に存在していることが再確認された。これは、レンズケースに保存するタイプのCLを使用しているユーザーのMPSの使用法やレンズケースのケアに問題があれば、細菌や真菌による汚染が容易に起きる状況にあることを示唆している。検出菌種の調査では、水場などの環境中に生息しているグラム陰性桿菌や環境汚染菌である *Bacillus* sp. が、また、真菌では *Aspergillus* sp. や *Penicillium* sp. が多く検出されており、洗面所がこれら環境菌の温床である可能性が高い。

一方で、環境菌だけでなく、*Staphylococcus* sp. や *Corynebacterium* sp. など、皮膚や粘膜の常在細菌も比較的高頻度に検出された。このことは、手指や顔面の洗浄、あるいは歯磨きなどの行為によって、生体内の常在細菌が洗面所にも存在する可能性を示している。

重篤な角膜炎の病原体として近年注目されているアカントアメーバの検出率は夏季3.3%、冬季6.6%と、今回の検討では決して高いものではなかった。これは、アカントアメーバ角膜炎の発症頻度からもうなずける数字ではあるが、レンズケース細菌により汚染されている場合には、日常のレンズケアのなかで、アカントアメーバによる汚染が十分に起こりうることを示唆している。

細菌の検出率は北海道、東京で、夏季・冬季とも他の地域よりも低い傾向にあった。このことは、洗面所の細菌汚染には気候や風土、特に気温が関与していると思われる。一般に寒冷地では細菌や真菌などによる感染症が少ないとされているが、近年の地球温暖化に伴って、今後は様相が変わる可能性もある。

地域、季節を問わず検出される微生物がある一方で、季節変動を示すものも少なからず見受けられた。特に、CL関連角膜炎の主要原因菌とされるCNSが夏季に多く検出されたことは、体表面の汗などの分泌物の曝露が夏に多く、CNSが汚染しやすいためではないかと推測される。また、重篤な角膜炎をひき起こす *Pseudomonas aeruginosa* や *Serratia marcescens* については *Pseudomonas aeruginosa* 夏季2株、冬季3株、*Serratia marcescens* 夏季2株、冬季5株と、後者で冬季に多い傾向を示した。他のグラム陰性桿菌も同様な傾向を示しており、この理由としても、気温、湿度な

どの影響が考えられる。

一方、*Sphingomonas paucimobilis*, *Flavimonas oryzae* などのグラム陰性桿菌が1年を通して多く検出された。しかしながら、これらは角膜に対しての病原性が確認されていないため、角膜炎の原因菌にはなりえない可能性がある。このことが、CL関連角膜炎が過剰に発症しない理由であると思われる。

近年、CL装用者における *Fusarium* 角膜炎が、アメリカやシンガポールなどで爆発的に発生し大きな問題となった⁴⁻⁶⁾。 *Fusarium* 角膜炎のアウトブレイクの原因については、感染者のMPSと同じロットナンバーにおけるMPS汚染調査において *Fusarium* sp. の汚染が認められず、また、検出された *Fusarium* sp. の遺伝背景が感染者によって異なることよりMPSの汚染でないことが証明されている⁶⁾。一方では、ReNu Moisture Loc[®] のMPSを使用することで、ケース内でフィルムが形成され、このフィルムを足場に環境中の *Fusarium* sp. が増殖したことがアウトブレイクの原因ではないかと推測されている⁷⁾。そのため、わが国における洗面所の *Fusarium* sp. の汚染状況を調べることは、今後のMPSの開発に多くの情報を与える。今回の検討では、*Fusarium* sp. は夏季のみに検出されており、気候に大きく左右される可能性が高い。わが国では、*Fusarium* sp. による角膜炎は植物による角膜外傷後にみられることが一般的であり、CL装用者の報告はほとんどない。この要因の一つには、日本の気候風土、および生活習慣（靴を脱ぐ）などが関与していると思われるが、もしもReNu Moisture Loc[®] が販売されていたなら、同様の *Fusarium* 角膜炎が生じていた可能性も考えられる。

今回の多施設調査により、わが国の洗面所での微生物汚染状況の輪郭が明らかになった。これらのデータは、CL関連角膜炎の発症機序を考えるうえで示唆を与えるものであり、レンズケアのあり方を再確認するうえでも有用である。今後、できれば学会ベースで継続的なサーベイランスを実施し、洗面所での検出菌の動向を監視していく必要があると思われる。

文 献

- 1) 感染性角膜炎全国サーベイランス・スタディーグループ：感染性角膜炎全国サーベイランス—分離菌・患者背景・治療の現況—, 日眼会誌 110: 961-972, 2006
- 2) 大橋裕一, 鈴木 崇, 原 祐子ほか：コンタクトレンズ関連細菌性角膜炎の発症メカニズム, 日コレ誌 48: 60-67, 2006
- 3) Ojima M, Toshima Y, Koya E et al: Bacterial contamination of Japanese households and related concern about sanitation. *Int J Environ Health Res* 12: 41-52, 2002
- 4) Khor WB, Aung T, Saw SM et al: An outbreak of *Fusari-*

- um* keratitis associated with contact lens wear in Singapore. *JAMA* **295** : 2867-2873, 2006
- 5) Bernal MD, Acharya NR, Lietman TM et al : Outbreak of *Fusarium* keratitis in soft contact lens wearers in San Francisco. *Arch Ophthalmol* **124** : 1051-1053, 2006
- 6) Chang DC, Grant GB, O'Donnell K et al : Multistate outbreak of *Fusarium* keratitis associated with use of a contact lens solution. *JAMA* **296** : 953-963, 2006
- 7) Zhang S, Ahearn DG, Noble-Wang JA et al : Growth and survival of *Fusarium solani*-*F. oxysporum* complex on stressed multipurpose contact lens care solution films on plastic surfaces in situ and in vitro. *Cornea* **25** : 1210-1216, 2006

* * *